

(11)Publication number : 11-311693

(43)Date of publication of application : 09.11.1999

(51)Int.Cl.

G21C 19/02  
G21C 13/00

376/260

(21)Application number : 10-118161

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 28.04.1998

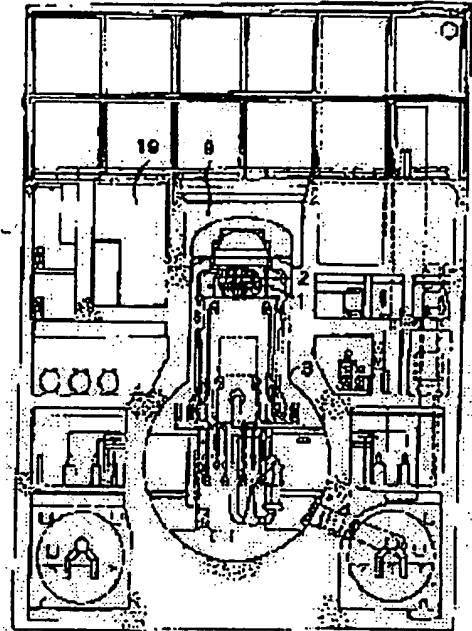
(72)Inventor : AOKI MASATAKA

**(54) TAKING-OUT METHOD OF NUCLEAR REACTOR PRESSURIZED VESSEL AND OPENING AND CLOSING DEVICE THEREFOR**

**(57)Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the discharge of radioactive substances from a building by using an air conditioner in an existing building by a comparatively simple facility, even in the case where RPV is integrally taken out from a reactor building, by providing a temporary opening part for taking-out and an openable door in the ceiling of the reactor building.

**SOLUTION:** A temporary opening part for taking-out and an openable door are provided in the ceiling of a reactor building 4. Next, a shielding body 28 which shields radiation around a reactor pressure vessel 11 is provided. A reactor pressure vessel 1 is hung up directly under the door in a state in which the door is in opened size in which a hang wire 29b can pass therethrough. The door is opened up to the size, through which the reactor pressure vessel 1 can pass, and the reactor pressure vessel 1 directly under the door is taken out to the outside. The immediately after the reactor pressure vessel 1 is taken out to the outside of the door, it is closed. RPV can be integrally taken out, while negative pressure is maintained in the reactor building by the air conditioner in the existing building by the use of a comparatively simple facility by minimizing a gap between RPV and the temporary opening part.



**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted to registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2000 Japanese Patent Office

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>G 2 1 C 19/02  
13/00

識別記号

GDB  
GDB

F I

G 2 1 C 19/02  
13/00

GDB J

GDB Y

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平10-118161

(22) 出願日

平成10年(1998)4月28日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 青木 昌隆

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会

社日立製作所日立工場内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

PTO 2002-1909

S.T.I.C. Translations Branch

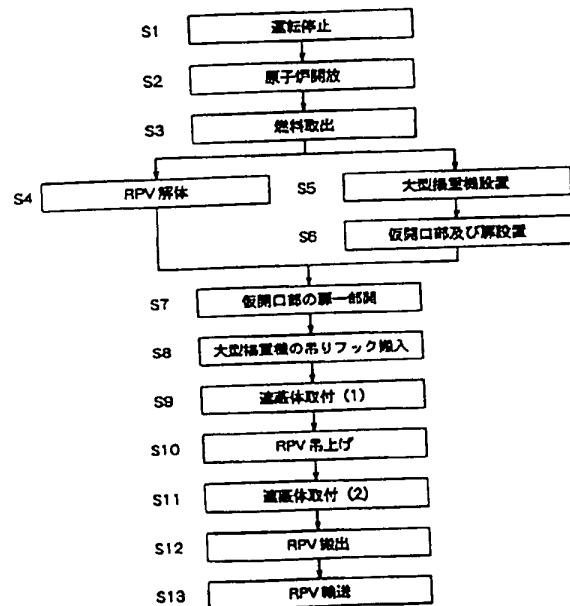
(54) 【発明の名称】 原子炉圧力容器の搬出方法及び搬出用開閉装置

(57) 【要約】

【課題】本発明の目的は、原子炉建屋からRPVを一体で搬出する場合でも、比較的簡易な設備で、既設の建屋内空調設備を用いて建屋からの放射性物質の放出を防止できるRPVの搬出方法及び搬出用開閉装置を提供することにある。

【解決手段】原子炉建屋の天井に搬出用の仮開口部と開閉可能な扉を設けるステップ、原子炉圧力容器の周りに放射線を遮蔽する遮蔽体を設けるステップ、前記扉を吊りワイヤが通過可能な大きさに開いた状態で、前記原子炉圧力容器を前記扉の直下まで吊り上げるステップ、前記扉を前記原子炉圧力容器が通過可能な大きさまで開けて前記扉の直下にある原子炉圧力容器を外部に搬出するステップ、及び前記原子炉圧力容器を前記扉の外部に搬出した直後に前記扉を閉じるステップ、を備える。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】原子力発電所の原子炉建屋内に収納されている原子炉圧力容器を一体で原子炉建屋の外部に搬出する原子炉圧力容器の搬出方法において、

原子炉建屋の天井に搬出用の仮開口部と開閉可能な扉を設ける第1ステップ、原子炉圧力容器の周りに放射線を遮蔽する遮蔽体を設ける第2ステップ、前記扉を吊りワイヤが通過可能な大きさに開いた状態で、前記原子炉圧力容器を前記扉の直下まで吊り上げる第3ステップ、前記扉を前記原子炉圧力容器が通過可能な大きさまで開けて前記扉の直下にある原子炉圧力容器を外部に搬出する第4ステップ、及び前記原子炉圧力容器を前記扉の外部に搬出した直後に前記扉を閉じる第5ステップ、を備えることを特徴とする原子炉圧力容器の搬出方法。

【請求項2】請求項1において、前記扉は、前記仮開口部の中心軸に対して互いに反対方向にスライド可能な上扉と下扉からなる2重構造を有することを特徴とする原子炉圧力容器の搬出方法。

【請求項3】請求項2において、前記上扉及び前記下扉はそれぞれ前記仮開口部の中心軸側に断面が半円状の切欠部を有し、それぞれの切欠部にシール部材を備えたことを特徴とする原子炉圧力容器の搬出方法。

【請求項4】請求項1乃至3の何れかにおいて、前記原子炉圧力容器の搬出時に、前記原子炉圧力容器の遮蔽体と前記仮開口部との間の隙間部の断面積が $2.5\text{ m}^2$ 以下であることを特徴とする原子炉圧力容器の搬出方法。

【請求項5】原子力発電所の原子炉建屋内に収納されている原子炉圧力容器を一体で原子炉建屋の外部に搬出する原子炉圧力容器の搬出方法において、

原子炉建屋の天井に搬出用の仮開口部と開閉可能な扉を設ける第1ステップ、原子炉圧力容器の周りに放射線を遮蔽する遮蔽体を設ける第2ステップ、前記仮開口部の内側に前記原子炉圧力容器を収納するためのシールカーテンを設ける第3ステップ、前記シールカーテン内に前記原子炉圧力容器を収納後に、前記扉を開けて前記原子炉圧力容器を外部に搬出する第4ステップ、及び前記原子炉圧力容器を前記扉の外部に搬出後に前記扉を閉じる第5ステップ、を備えることを特徴とする原子炉圧力容器の搬出方法。

【請求項6】原子力発電所の原子炉建屋内に収納されている原子炉圧力容器を一体で原子炉建屋の外部に搬出する原子炉圧力容器の搬出方法において、

原子炉建屋の天井に搬出用の仮開口部と開閉可能な扉を設ける第1ステップ、原子炉圧力容器の周りに放射線を遮蔽する遮蔽体を設ける第2ステップ、前記仮開口部の下側に、該仮開口部と前記原子炉建屋内部とを区切るためのエアカーテンを形成する第3ステップ、前記扉を開けて前記原子炉圧力容器を外部に搬出する第4ステップ、及び前記原子炉圧力容器を前記扉の外部に搬出後に前記扉を閉じる第5ステップ、を備えることを特徴とす

る原子炉圧力容器の搬出方法。

【請求項7】原子力発電所の原子炉建屋から原子炉圧力容器を一体で搬出するために用いる搬出用開閉装置において、

前記原子炉建屋の天井に形成され、周りに放射線を遮蔽するための遮蔽体が設けられた原子炉圧力容器を通過させるための仮開口部と、該仮開口部の上部に設けられる扉とを備え、

該扉は前記仮開口部の中心軸に対して互いに反対方向にスライド可能な上扉と下扉からなる2重構造を有し、該上扉及び該下扉はそれぞれ前記仮開口部の中心軸側に断面が半円状の切欠部を有し、それぞれの切欠部にシール部材を備えたことを特徴とする搬出用開閉装置。

【請求項8】原子力発電所の原子炉建屋から原子炉圧力容器を一体で搬出するために用いる搬出用開閉装置において、

前記原子炉建屋の天井に形成され、周りに放射線を遮蔽するための遮蔽体が設けられた原子炉圧力容器を通過させるための仮開口部と、該仮開口部の上部に設けられ開閉可能な扉と、前記仮開口部の内側に設けられ前記遮蔽体が設けられた原子炉圧力容器をその内部に収納するためのシールカーテンとを備えたことを特徴とする搬出用開閉装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、原子力発電所の原子炉建屋内に収納されている原子炉圧力容器等の大型機器を建屋外に搬出するための搬出方法及び搬出用開閉装置に関する。

【0002】

【従来の技術】原子炉圧力容器(以下、RPVと称す)は原子力発電所の最重要機器であり、原子力発電所の供用期間は、一般にRPV及び原子炉内外の付帯機器の供用期間に依存している。近年、原子力プラントの寿命を延ばし、現在稼働している経年原子力発電所の供用期間を延長することが、重要課題となってきた。経年原子力発電所の供用期間を延長するためには、原子炉内外の付帯機器を含んだRPVの取替えが必要となってきた。

【0003】RPV取替えに伴う原子炉建屋からのRPV搬出方法には、RPVを原子炉建屋内で細断し保管容器に収納して搬出する第1の方法と、RPVを一体のまま原子炉建屋から搬出する第2の方法とがある。保管設備の容量を大きくしないためには、第2の方法が有利である。

【0004】RPVを一体で搬出する従来技術としては、例えば特開平8-262190号公報に、原子炉建屋を跨いで架台を設け、この架台上にエアロックやクレーン等を装備した格納設備を設け、建屋からこの格納設備内にRPVを移動させて搬出する技術が記載されている。同公報には、この装置を用いてRPVを搬出することによ

り、原子炉建屋からの放射性物質の放出を防止できることも記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、例えば出力780MWe規模の原子炉では、RPVは直径約6m、長さ約22m、重さ約530トンにも及ぶため、上記従来技術では、RPVを収納する格納設備やその架台はかなり大規模なものとなる。これに伴いコストも増大する。

【0006】本発明の目的は、原子炉建屋からRPVを一体で搬出する場合でも、比較的簡易な設備で、既設の建屋内空調設備を用いて建屋からの放射性物質の放出を防止できるRPVの搬出方法及び搬出用開閉装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための第1の発明は、原子力発電所の原子炉建屋内に収納されている原子炉圧力容器を一体で原子炉建屋の外部に搬出する原子炉圧力容器の搬出方法において、原子炉建屋の天井に搬出用の仮開口部と開閉可能な扉を設ける第1ステップ、原子炉圧力容器の周りに放射線を遮蔽する遮蔽体を設ける第2ステップ、前記扉を吊りワイヤが通過可能な大きさに開いた状態で、前記原子炉圧力容器を前記扉の直下まで吊り上げる第3ステップ、前記扉を前記原子炉圧力容器が通過可能な大きさまで開けて前記扉の直下にある原子炉圧力容器を外部に搬出する第4ステップ、及び前記原子炉圧力容器を前記扉の外部に搬出した直後に前記扉を閉じる第5ステップ、を備える。

【0008】第2の発明は、原子力発電所の原子炉建屋内に収納されている原子炉圧力容器を一体で原子炉建屋の外部に搬出する原子炉圧力容器の搬出方法において、原子炉建屋の天井に搬出用の仮開口部と開閉可能な扉を設ける第1ステップ、原子炉圧力容器の周りに放射線を遮蔽する遮蔽体を設ける第2ステップ、前記仮開口部の内側に前記原子炉圧力容器を収納するためのシールカーテンを設ける第3ステップ、前記シールカーテン内に前記原子炉圧力容器を収納後に、前記扉を開けて前記原子炉圧力容器を外部に搬出する第4ステップ、及び前記原子炉圧力容器を前記扉の外部に搬出後に前記扉を閉じる第5ステップ、を備える。

【0009】第3の発明は、原子力発電所の原子炉建屋内に収納されている原子炉圧力容器を一体で原子炉建屋の外部に搬出する原子炉圧力容器の搬出方法において、原子炉建屋の天井に搬出用の仮開口部と開閉可能な扉を設ける第1ステップ、原子炉圧力容器の周りに放射線を遮蔽する遮蔽体を設ける第2ステップ、前記仮開口部の下側に、該仮開口部と前記原子炉建屋内部とを区切るためのエアカーテンを形成する第3ステップ、前記扉を開けて前記原子炉圧力容器を外部に搬出する第4ステップ、及び前記原子炉圧力容器を前記扉の外部に搬出後に

前記扉を閉じる第5ステップ、を備える。

【0010】第4の発明は、原子力発電所の原子炉建屋から原子炉圧力容器を一体で搬出するために用いる搬出用開閉装置において、前記原子炉建屋の天井に形成され、周りに放射線を遮蔽するための遮蔽体が設けられた原子炉圧力容器を通過させるための仮開口部と、該仮開口部の上部に設けられる扉とを備え、該扉は前記仮開口部の中心軸に対して互いに反対方向にスライド可能な上扉と下扉からなる2重構造を有し、該上扉及び該下扉はそれぞれ前記仮開口部の中心軸側に断面が半円状の切欠部を有し、それぞれの切欠部にシール部材を備える。

【0011】第5の発明は、原子力発電所の原子炉建屋から原子炉圧力容器を一体で搬出するために用いる搬出用開閉装置において、前記原子炉建屋の天井に形成され、周りに放射線を遮蔽するための遮蔽体が設けられた原子炉圧力容器を通過させるための仮開口部と、該仮開口部の上部に設けられ開閉可能な扉と、前記仮開口部の内側に設けられ前記遮蔽体が設けられた原子炉圧力容器をその内部に収納するためのシールカーテンと、を備える。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図1～図16を用いて、本発明による原子炉圧力容器（RPV）の原子炉建屋外への搬出方法の第1実施例を説明する。図1は第1実施例の搬出手順を示すフローチャート、図2は本実施例の搬出方法が適用される原子炉建屋の概略縦断面図、図3は図2の原子炉格納容器（以下、PCVと称す）周りの概略縦断面図、図4～図16は図1の主な作業ステップにおけるPCV周りの状態を示す概略縦断面図である。本実施例は、RPVを一体で原子炉建屋より搬出し、一時保管設備へ輸送するまでの手順を示している。

【0013】図2に示すように、原子炉建屋4内にはPCV3があり、RPV1が収納されている。RPV1内には、炉内構造物2が収納されている。原子炉建屋4の上部領域には、PCV3の上側に原子炉ウェル9が、原子炉ウェル9に隣接して使用済燃料プール19が設けられている。原子炉ウェル9には、燃料交換時や炉内構造物2の取出し時に水が張られる。

【0014】図3に示すように、RPV1は基礎となるRPVベDESTAL5にRPV基礎ボルト6で固定されている。RPV1の外周には、RPV保温材7及び放射線を遮蔽する $\gamma$ 線遮蔽体（以下、RSWと称す）8が設けられている。PCV3上部には、原子炉ウェル9とPCV3内を仕切る燃料交換ベローズ10とバルクヘッドプレート11が設けられている。

【0015】RPV1には、主蒸気ノズル12、給水ノズル13、再循環入口ノズル14、再循環出口ノズル15などが設けられており、主蒸気配管22、給水配管23、再循環入口配管24、再循環出口配管25などの各系統配管に接続されている。RPV1の上部には原子炉

圧力容器蓋(以下、RPVトップヘッドと称す)16が、RPV1の底部には制御棒駆動装置(以下、CRDと称す)を収納するCRDハウジング17や中性子束検出器(以下、ICMと称す)を収納するICMハウジング18が設けてある。

【0016】始めに、図1のステップS1で、発電機を解列して原子力発電所の運転を停止する。ステップS2では、RPVトップヘッド16を開けて、原子炉開放作業を行う。原子炉開放作業では、RPVトップヘッド16を取外す作業、炉内構造物2の一部を取出す作業などが実施される。ステップS3では、全燃料を炉心内から取出し、原子炉建屋4内の使用済燃料プール19へ移動する。

【0017】ステップS3の燃料取出作業中のPCV周りの状態を図4に示す。RPV1及び炉内構造物2を搬出する場合、燃料20が放射線源であるため、燃料20を装荷した状態でRPV1及び炉内構造物2を原子炉建屋外に搬出すると、大気中の放射能汚染の可能性がある。従って、RPV1の表面線量を下げるためにも、炉心内から全ての燃料20を取出す作業が実施される。

【0018】次に、ステップS4で、RPV1の各ノズルと配管を切断する作業や、RPV基礎ボルト6を外して、RPVベDESTAL5からRPV1を切り離す作業を行い、RPVを解体する。図5に、PCV3のバルクヘッドプレート11、PCVスタビライザ21、RPV1の各ノズルに接続された配管などを撤去する位置を破線で示している。図5で、PCVスタビライザ21はPCV3とRSW8を接続する耐震サポート、26は配管22～25の切断時に炉水の漏れを防ぐためのプラグである。

【0019】このステップでは、まずバルクヘッドプレート11を切断撤去してから、PCVスタビライザ21を切断撤去してPCV3内の撤去物の搬出用スペースを確保する。次に、RPVノズル12～15にプラグ26を取付け、RPVノズル12～15と配管22～25の切断撤去を行い、RPV周辺の解体を完了する。

【0020】この時、ステップS5で、ステップS4の作業と並行して、RPV1を原子炉建屋4から搬出するために用いる大型揚重機29を原子炉建屋4近傍に設置

$$P_1 = C \cdot \gamma \cdot v_1^2 / 2g$$

ここで、Cは風圧係数、 $\gamma$  (kgf/m<sup>3</sup>) は外気の比重、 $v_1$  (m/s) は建屋上空の風速、 $g = 9.8$  (m/s<sup>2</sup>) は重力の加速度である。建屋屋上では、 $C = -0.9$  となる。ここで、負の風圧係数は屋内から屋外へ向かう吸引力を意味する。

$$P_0 = \gamma \cdot \zeta_0 \cdot v_0^2 / 2g$$

ここで、 $\zeta_0$  は開口部の流出損失係数、 $v_0$  (m/s) は開口部の流出空気流速である。

【0028】いま、 $\zeta_0$  を見積もってみる。簡単のために、管の出口に設けたオリフィスから管内の空気が大気

する。図6は、原子炉建屋4近傍に大型揚重機29を設置した状態を示す図である。次に、ステップS6で、原子炉建屋4の天井にRPV搬出用の仮開口部及び扉を設ける。図7に、原子炉建屋4の天井にRPV搬出用の仮開口部31を、その屋上に開閉可能な扉32を設けた状態を示す。扉32は、断面が円形状の仮開口部31の中心軸に対して互いに反対方向にスライド可能な(開閉可能な)上扉32aと下扉32bを備えている。図8に、大型揚重機29の吊りフック29aを扉32の直上に位置決めした状態を示す。

【0021】次に、ステップS7で、大型揚重機29の吊りフック29aを搬入できるスペース分だけ、仮開口部31の上側の扉32を開く。ステップS8では、大型揚重機の吊りフック29aを搬入する。図9に、扉32の一部を開けて、大型揚重機29の吊りフック29aを原子炉建屋内に搬入する状態を示す。

【0022】以下、上扉32aと下扉32bが上下2重構造になっている扉32が開く様子を図10を用いて説明する。扉32が開状態では、図10(a)に示すように、上扉32aと下扉32bが完全に重なっている。扉32は、仮開口部31の中心軸に対して上扉32aと下扉32bが互いに反対方向に且つ同時にスライドする(開閉する)構造を有している。扉32の一部が開いた状態を図10(b)に示す。上扉32a及び下扉32bは、仮開口部31の中心軸側に断面が半円状の切欠部を有する。上扉32aと下扉32bの切欠部には、ゴム又はシート等のシール部材32cが取付けられている。扉32の全開状態を図10(c)に示す。

【0023】ここで、仮開口部31の開口面積の目安について説明する。原子炉建屋内に設置されている既設の換気(空調)設備で建屋内の負圧管理を行うためには、原子炉建屋4の仮開口部31からの空気流出量と、既設の換気設備の容量とを比較し、RPV搬出時に許容される仮開口部31の開口面積を決める必要がある。

【0024】建屋外の風による換気力 $P_1$  (kgf/m<sup>2</sup>) は、一般に次式で与えられる。

【0025】

【数1】

… (数1)

【0026】一方、発生差圧による建屋内空気の単位開口面積当たりの流出量 $P_0$  (kgf/m<sup>2</sup>) は、一般に次式で与えられる。

【0027】

【数2】

… (数2)

中に流出するモデルを考える。この場合、管内径 $d$ とオリフィス径 $d_0$ の比 $d_0/d$ と、空気がオリフィスを出る時の流出損失係数 $\zeta_0$ との間には、図22のような関係がある。従って、例えば管内径 $d$ に相当する原子炉建

屋の平均内径を40m、オリフィス径 $d_o$ に相当する仮開口部の内径を10mとすると、 $d_o/d = 0.25$ となり、図23から $\zeta_o = 2.7$ となる。仮開口部の内径が10mよりも小さくなる分には、図23から $\zeta_o =$

$$v_o = (2g \cdot P_o / (\gamma \cdot \zeta_o))^{0.5} \quad \dots (数3)$$

いま、 $P_i$ (建屋外の風による換気力)と $P_o$ (発生差圧による空気流出量)がバランスした( $P_i = P_o$ )と仮定すると、数1及び数3から次式が得られる。

$$v_o = v_i (C / \zeta_o)^{0.5} \quad \dots (数4)$$

開口部からの単位面積当たりの空気流出量 $Q_o$ ( $m^3/h$  /  $m^2$ )と $v_o$ の間には、 $Q_o = 3600 v_o$ の関係が成り立つので、数4から次式が得られる。

$$Q_o = 3600 v_i (C / \zeta_o)^{0.5} \quad \dots (数5)$$

通常、大型揚重機は屋外風速10m/s以下の条件下で使用される。従って、屋外風速10m/sの条件下でも原子炉建屋内を負圧に維持するために必要な屋内への取

$$Q_i = 3600 \times 10 \times (0.9 / 2.7)^{0.5} = 20785 (m^3/h / m^2)$$

… (数6)

ところで、出力780MWe規模の原子力発電所における原子炉建屋のオペレーティングフロアでの換気風量 $Q$ は、約51000( $m^3/h$ )である。従って、この条件において仮開口部に許容される許容開口面積 $S$ ( $m^2$ )

$$S = Q_i / Q_i = 51000 / 20785 = 2.5 \quad \dots (数7)$$

つまり、原子炉建屋内の放射性物質を含む空気が建屋外に流出することを防ぐためには、RPV搬出時の仮開口部の開口面積を2.5 $m^2$ 以下にすれば良い。

【0035】RPV搬出時の仮開口部の開口面積を2.5 $m^2$ 以下にできない場合には、仮設の吸排気設備を設けて、原子炉建屋内への取込風量を増加させる必要がある。

【0036】以上の理由から、本実施例では、RPVが仮開口部31を通過する際に、RPVを覆う遮蔽体(詳細は後述する)と仮開口部31の隙間の開口面積が2.5 $m^2$ 以下となるように、仮開口部31を構成する。例えば、RPVを覆う遮蔽体の外径が約10mの場合、仮開口部31の内径を約10.16m以下とすれば良い。尚、上記見積りは屋外風速10m/sの条件下で行っているため、屋外風速がもっと弱い条件でRPV搬出を行う場合には、上記隙間の開口面積を2.5 $m^2$ より大きくすることも許容される。

【0037】以上述べたように、RPVを覆う遮蔽体と仮開口部31の隙間の開口面積を2.5 $m^2$ 以下にした上で、更に図10(c)に示したように、上扉32aと下扉32bの切欠部にシール部材32cを設けることにより、仮開口部31からRPVを搬出する際に、RPVを覆う遮蔽体と上扉32a及び下扉32bとの間隙を十分に小さくできるので、既設の原子炉建屋内の空調設備でも建屋内を負圧に維持できる。これにより、原子炉建屋内の放射性物質を含んだ空気の建屋外部への流出を防止できる。

2.7 が維持されることが判る。

【0029】一方、数2から次式が得られる。

【0030】

【数3】

… (数3)

【0031】

【数4】

… (数4)

10 【0032】

【数5】

… (数5)

必要風量 $Q_i$ は、数5から次式のようにになる。

15 【0033】

【数6】

は次式で与えられる。

20 【0034】

【数7】

【0038】次に、ステップS9で、放射能が高いRPV1に遮蔽体を取付ける。本ステップでは、図11に示すように、まずRPV1を吊り上げる前に遮蔽体27をRSW8の上側に仮置きし、吊り天秤33をRPV1に取付け、大型揚重機29の吊りフック29aを吊り天秤33に取付ける。その後、RPV1を吊り天秤33と一緒に吊り上げ、吊り天秤33の下端部に遮蔽体27を取付ける。このようにして、RPV1の全周に遮蔽体27を設けた状態で、RPV1を移動することができる。

【0039】次に、ステップS10で、大型揚重機29を用いてRPV1を吊り上げる。図12に、RPV1を吊り上げた状態を示す。同図では、RPV1及び遮蔽体27は吊り天秤33を介して吊りフック29aで吊り上げられている。ステップS11では、更に、RPV1の下側のCRDハウジングやICMハウジングにも遮蔽体28を設ける。図13に、遮蔽体28を設けてRPV1を原子炉建屋4の天井近くまで吊り上げた状態を示す。この状態では、原子炉建屋4の屋上の上扉32aと下扉32bは、大型揚重機29の吊りワイヤ29bが通過できる分だけ開いている。こうして、原子炉建屋内の放射性物質を含んだ空気が建屋外に流出しないようにしている。

【0040】次に、ステップS12で、RPV1の吊上げに合わせて扉32を徐々に開きながら、RPV1を原子炉建屋外に搬出する。即ち、本ステップでは、RPV1を吊り上げてその上端が扉32に接近した時点で扉32を開き、RPV1に仮開口部31及び扉32を通過さ

せ、通過完了直後に扉32を閉じる。こうしてRPVの搬出を完了する。図14に仮開口部31をRPV1が通過している状態を、図15にRPV1を原子炉建屋の外に搬出した状態を、それぞれ示す。

【0041】前述したように、本実施例では、図14に示すRPV搬出時の遮蔽体27と仮開口部31との隙間の開口面積が2.5m<sup>2</sup>以下となるようにしていると共に、RPV1を原子炉建屋外に搬出した直後に上扉32a及び下扉32bを閉じることにより、原子炉建屋4内を負圧に維持して、原子炉建屋4内の放射性物質を含んだ空気が外部に流出することを防いでいる。

【0042】次に、ステップS13で、原子炉建屋4の近傍に予め配置した大型トレーラにRPV1を積み込んで、一時保管設備へRPV1を輸送する。図16に、原子炉建屋4から搬出したRPV1を、大型揚重機29による吊り上げ状態から、大型トレーラ35上に設置されたRPV輸送用スキッド34により横倒しして、一時保管設備へ輸送する前の状態を示す。

【0043】以上説明したように、本実施例によれば、仮開口部の上部に簡単な構造の扉を設けるだけで、原子炉建屋からRPVを一体で搬出する際に、既設の原子炉建屋内空調設備を用いて原子炉建屋内を負圧に保つことができる。従って、比較的簡易な設備で、原子炉建屋内の放射性物質を含む空気が外部に流出することを防ぐことができる。これに伴い工事コストを低減できる。また、既設の空調設備以外の大規模な吸排気設備を必要としないので、これもコスト低減に寄与する。更に、RPVを一体で搬出できるので、RPV取替工事の工程を大幅に短縮できる。尚、本実施例では、RPV1に遮蔽体27及び28を設けて移動する例を説明したが、除染することでRPVの表面線量を環境へ影響しない程度まで低減することにより、RPVの遮蔽体を簡略化したり、遮蔽体を取付けずに移動することも可能である。この場合、RPVの搬出作業を無人化したり、遠隔監視することも可能で、更にコストを低減できる。

【0044】また、本実施例ではRPVの取替作業に本発明によるRPVの搬出方法を適用した例について説明したが、廃炉工事に対しても、2枚の扉を重ねた2重構造の扉を用いてRPVなどの大型機器を一体で搬出・解体する作業に適用できることは言うまでもない。

【0045】次に、図17～図20を用いて、本発明によるRPVの搬出方法の第2実施例を説明する。図17は第2実施例の搬出手順を示すフローチャート、図18～図20は図17の主な作業ステップにおけるRPV周りの状態を示す概略縦断面図である。本実施例は、RPV搬出時にシールカーテンを用いる例である。図17におけるステップT1～T11は第1実施例のステップS1～S11と同じであるので、ここでは説明を省略する。本実施例では、ステップT12以降が第1実施例と異なる。

【0046】図17のステップT12で、仮開口部31の内側にRPV1を収納するための円筒状のシールカーテン36aを取付ける。シールカーテン36aは仮開口部31の内面に設置され、設置部分にしっかりと目張りをして、原子炉建屋内の空気がこの設置部分からシールカーテン36a内に入り込まないようにする。シールカーテンとしては、工事用の防災シートや、これに準ずるもので空気を通し難いものを用いることができる。ステップT13では、RPV1がシールカーテン36a内に入る位置までRPV1を吊り上げる。図18に、ステップT13終了後の状態を示す。

【0047】次に、ステップT14で、シールカーテン36aの内部にRPV1を収納するように、シールカーテン36aの底部を塞ぐ。図19に、ステップT14終了後の状態を示す。同図では、シールカーテンの底部を36bで示している。このようにシールカーテンを構成することにより、原子炉建屋内の空気と、シールカーテン内の空気が遮断される。

【0048】次に、ステップT15で、RPV1の搬出を行う。本ステップでは、まず仮開口部31の上扉32a及び下扉32bを開く。このように仮開口部31の扉32を全開にしても、シールカーテンの遮断作用によって、原子炉建屋の空気が建屋外に流出することを防ぐことができる。扉32の全開後に、RPV1を原子炉建屋4から搬出する。図20に、RPV1を搬出している状態を示す。RPV1の搬出終了後、仮開口部31の上扉32a及び下扉32bを閉じて、RPV搬出作業が終了する。次に、ステップT16で、図1のステップS13と同じようにして、RPV1の輸送作業を行う。

【0049】本実施例でも、仮開口部に簡単な構造の扉とシールカーテンを設けるだけで、既設の原子炉建屋内空調設備を用いて原子炉建屋内を負圧に保ち、気密を維持できる。従って、比較的簡易な設備で、放射性物質を含む原子炉建屋内の空気が外部に流出することを防止できる。これに伴い工事コストを低減できる。また、既設の空調設備以外の大規模な吸排気設備を必要としないので、これもコスト低減に寄与する。更に、RPVを一体で搬出できるため、RPV取替工事の工程を大幅に短縮できる。

【0050】次に、図21を用いて、本発明によるRPVの搬出方法の第3実施例を説明する。本実施例は、仮開口部にエアーカーテンを設けることにより、原子炉建屋内を負圧に維持しつつ、RPVを搬出する例である。図21は、本実施例の搬出方法を行うための原子炉建屋内設備の概略構成図である。

【0051】図21で、37は吸気ファン、38は吐出フィルタ、39は吐出ダクト、40は吐出ノズル、41は排気ファン、42は吸込フィルタ、43は吸込ダクト、44は吸込ノズルである。仮開口部31の下側において互いに対向している吐出ダクト39の先端部と吸込

ダクト４３の先端部は、それぞれの断面が円環状の形状をしている。この断面が円環状の吐出ダクト３９の先端部に吐出ノズル４０を、断面が円環状の吸込ダクト４３の先端部に吸込ノズル４４を、それぞれ対向させて設けることにより、断面が円形状の仮開口部３１の下側に開口部形状に対応させたエアーカーテンを設けている。

【００５２】本実施例では、仮開口部３１の上扉３２ａ及び下扉３２ｂを開く前に、吸気ファン３７で吸い込んだ原子炉建屋４内の空気を、吐出フィルタ３８及び吐出ダクト３９を介して吐出ノズル４０から水平方向に放出し、排気ファン４１で吸込ノズル４４から吸い込み、吸込ダクト４３及び吸込フィルタ４２を介して排気ファン４１から原子炉建屋４内に排気する。こうして仮開口部３１の扉３２の下側にエアーカーテンを形成する。図２には、吐出ノズル４０から吸込ノズル４４への空気の流れを矢印で示している。

【００５３】本実施例では、このようにして仮開口部３１の扉３２の下側にエアーカーテンを形成した状態で、第１実施例と同じような遮蔽体２７及び２８をＲＰＶ１に取付けてからＲＰＶ１を搬出する。この場合、第１及び第２実施例に比べれば、エアーカーテンを形成するための設備が必要であるが、従来に比べれば、比較的簡易な設備で、既設の原子炉建屋内空調設備を用いて原子炉建屋４内を負圧に維持でき、原子炉建屋内の放射性物質を含んだ空気が建屋外に放出されることを防止できる。これに伴い工事コストを低減できる。また、ＲＰＶを一体で搬出できるため、ＲＰＶ取替工事の工程を大幅に短縮できる。

【００５４】以上説明したように、第１実施例ではＲＰＶと仮開口部との隙間を極めて小さくすることにより、第２実施例ではシールカーテンを用いることにより、第３実施例ではエアーカーテンを用いることにより、それぞれ比較的簡易な設備を用いて、既設の原子炉建屋内の空調設備で原子炉建屋内を負圧に維持しつつ、ＲＰＶを一体で搬出できる。尚、以上の実施例ではＲＰＶの搬出例を説明したが、ＲＰＶ以外の原子炉建屋内の大型機器の搬出に対しても本発明は適用できる。

【００５５】

【発明の効果】本発明によれば、ＲＰＶ等の大型機器を一体で原子炉建屋から搬出する際に、比較的簡易な設備で、既設の原子炉建屋内空調設備を用いて原子炉建屋内を負圧に維持でき、原子炉建屋内の放射性物質を含んだ空気が外部に流出することを防止できる。これに伴い工事コストを低減できる。また、大型機器を一体で搬出できるため、ＲＰＶ取替工事や廃炉工事の工程を大幅に短縮できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明によるＲＰＶの搬出方法の第１実施例を示すフローチャート。

【図２】本発明の搬出方法は適用される原子炉建屋の概

略縦断面図。

【図３】図２のＰＣＶ周りの概略縦断面図。

【図４】図１のステップＳ３の作業中の状態を示す図。

【図５】図１のステップＳ４の作業の適用対象位置を示す図。

【図６】図１のステップＳ５の作業終了時の状態を示す図。

【図７】図１のステップＳ６の作業終了時の状態を示す図。

【図８】図１のステップＳ６の作業終了時の状態を示す図。

【図９】図１のステップＳ８の作業中の状態を示す図。

【図１０】仮開口部の扉の開閉状態の説明図で、（ａ）は扉が閉じている状態を、（ｂ）は扉の一部が開いている状態を、（ｃ）は扉の全開状態を、それぞれ示す。

【図１１】図１のステップＳ９の作業中の状態を示す図。

【図１２】図１のステップＳ１０の作業中の状態を示す図。

【図１３】図１のステップＳ１１の作業終了時の状態を示す図。

【図１４】図１のステップＳ１２の作業中の状態を示す図。

【図１５】図１のステップＳ１２の作業終了時の状態を示す図。

【図１６】図１のステップＳ１３の作業中の状態を示す図。

【図１７】本発明によるＲＰＶの搬出方法の第２実施例を示すフローチャート。

【図１８】図１７のステップＴ１３の作業終了時の状態を示す図。

【図１９】図１７のステップＴ１４の作業終了時の状態を示す図。

【図２０】図１７のステップＴ１５の作業中の状態を示す図。

【図２１】本発明によるＲＰＶの搬出方法の第３実施例を行うための原子炉建屋内設備の概略構成図。

【図２２】空気の流出損失係数とオリフィス径との関係図。

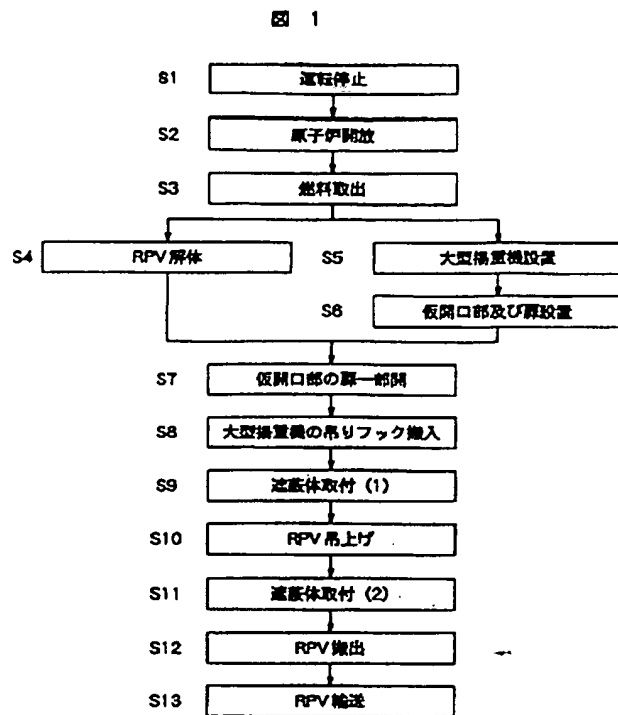
【符号の説明】

１…ＲＰＶ、２…炉内構造物、３…ＰＣＶ、４…原子炉建屋、８…ＲＳＷ、９…原子炉ウェル、１７…ＣＲＤハウジング、１８…ＩＣＭハウジング、１９…使用済燃料プール、２０…燃料、２６…プラグ、２７、２８…遮蔽体、２９…大型揚重機、２９ａ…吊りフック、２９ｂ…吊りワイヤ、３１…仮開口部、３２…扉、３２ａ…上扉、３２ｂ…下扉、３３…吊り天秤、３４…輸送用スキッド、３５…大型トレーラ、３６ａ、３６ｂ…シールカーテン、３７…吸気ファン、３８…吐出フィルタ、３９…吐出ダクト、４０…吐出ノズル、４１…排気ファン、

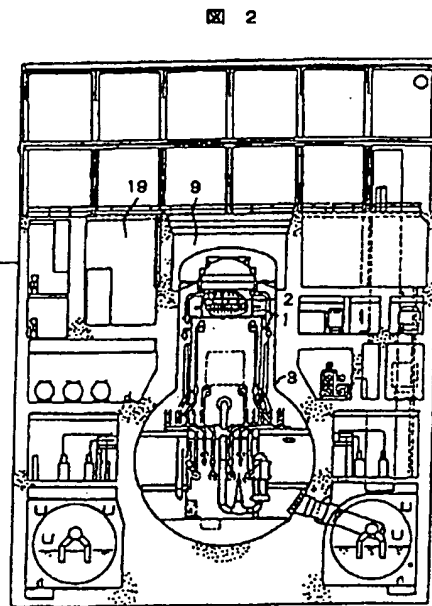


4 2…吸込フィルタ、4 3…吸込ダクト、4 4…吸込ノズル。

【図 1】

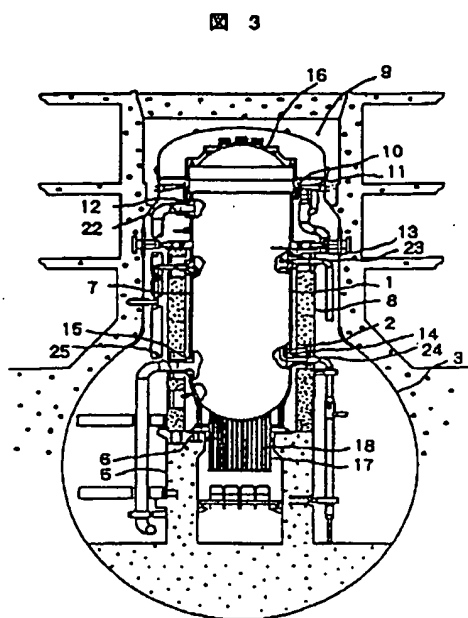


【図 2】



【図 10】

【図 3】



【図 4】

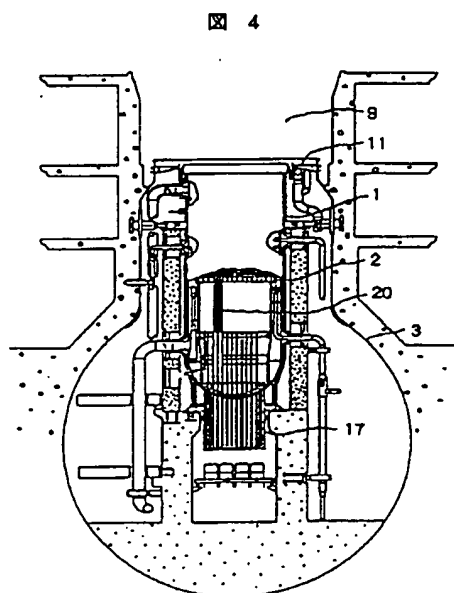
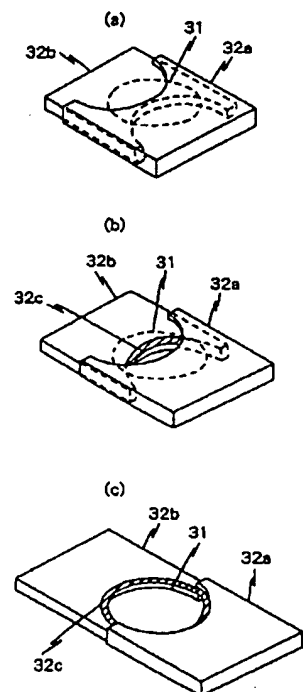
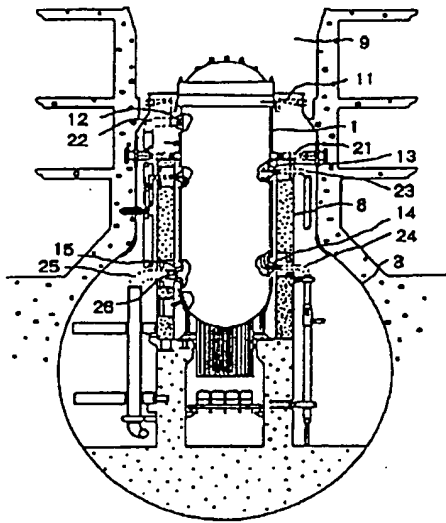


図 10



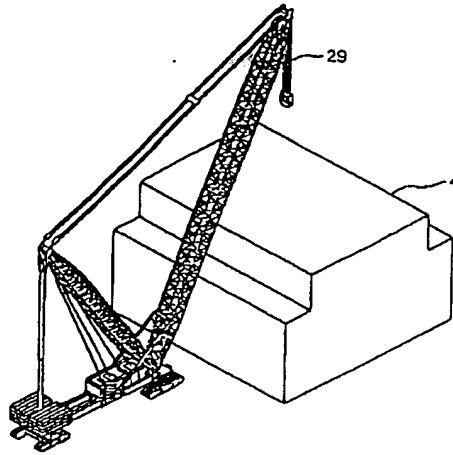
【図5】

図 5



【図6】

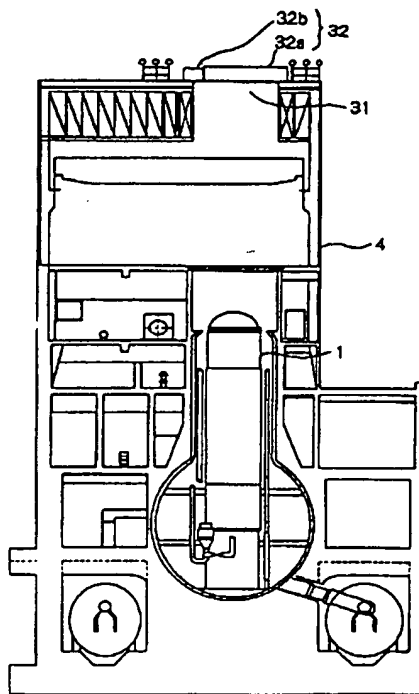
図 6



【図18】

【図7】

図 7



【図8】

図 8

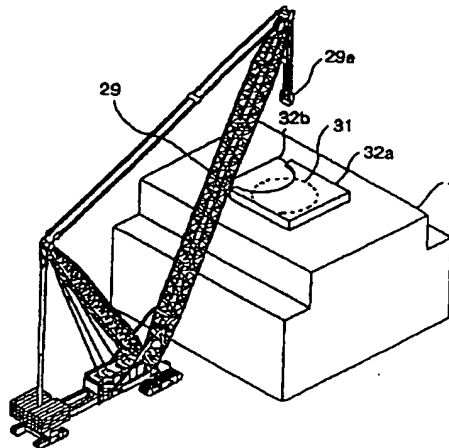
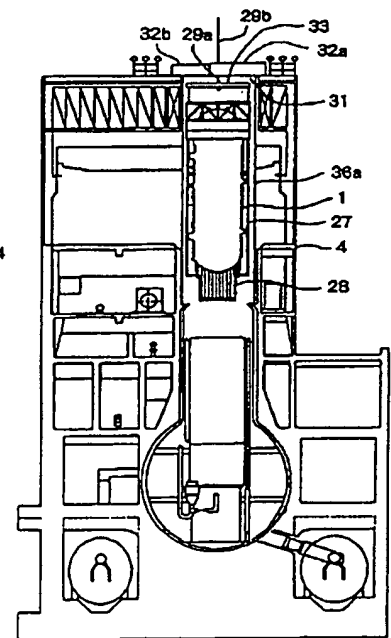
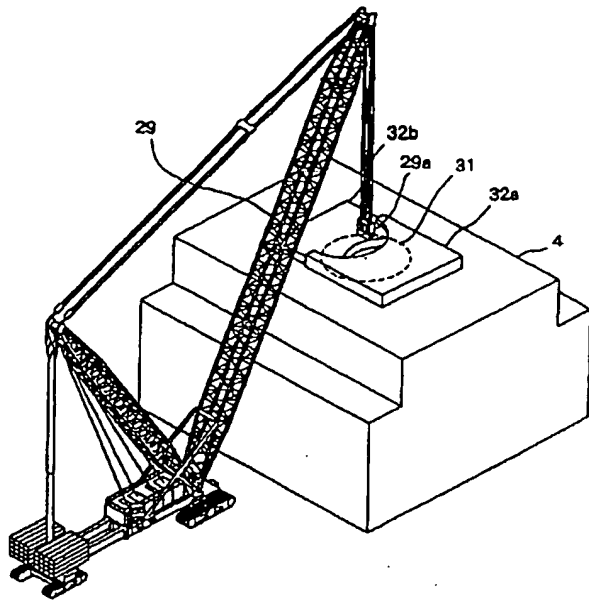


図 18



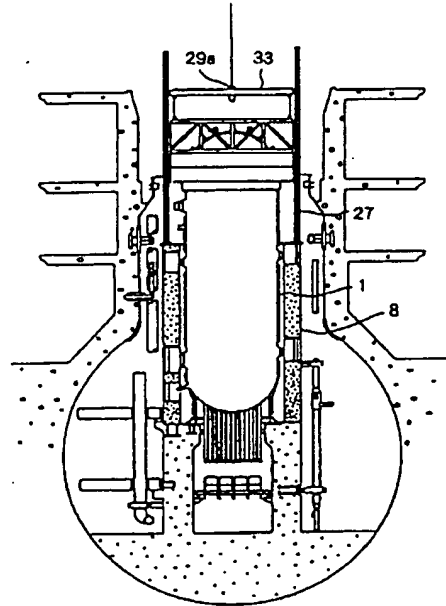
【図 9】

図 9



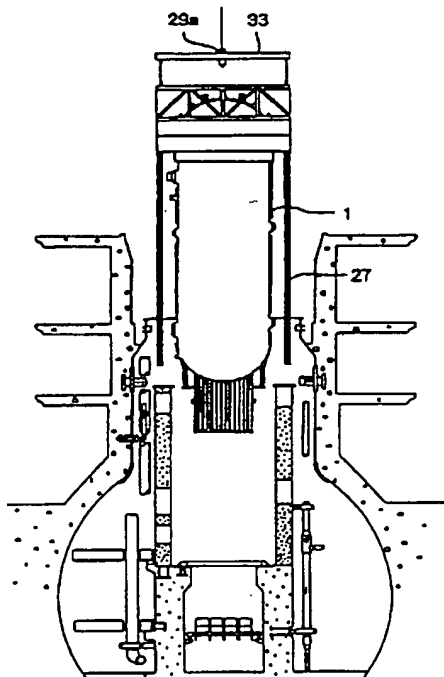
【図 11】

図 11



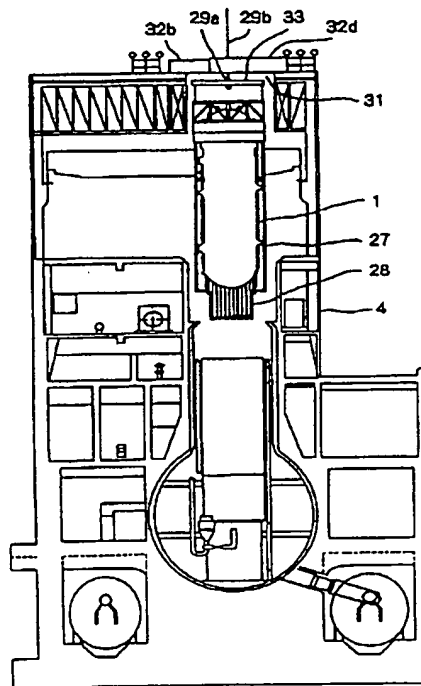
【図 12】

図 12



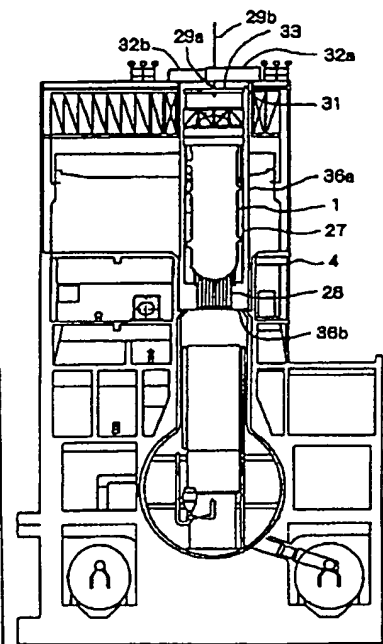
【図 13】

図 13



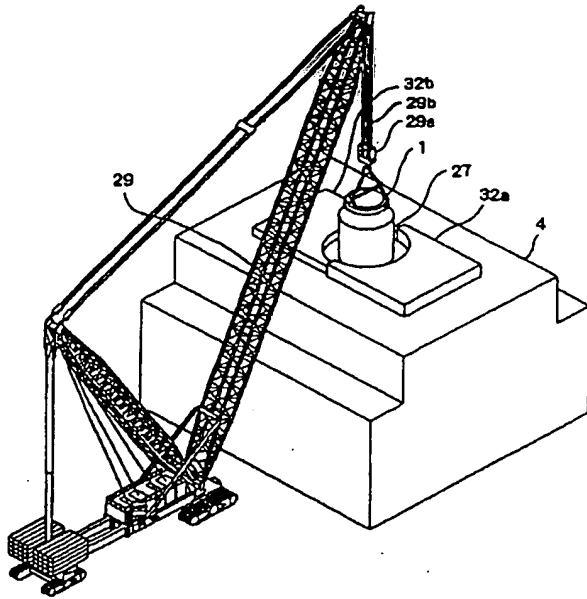
【図 19】

図 19



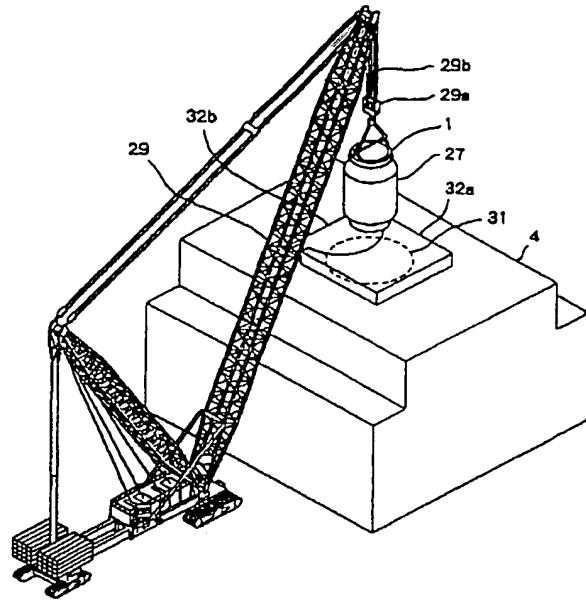
【図14】

図 14



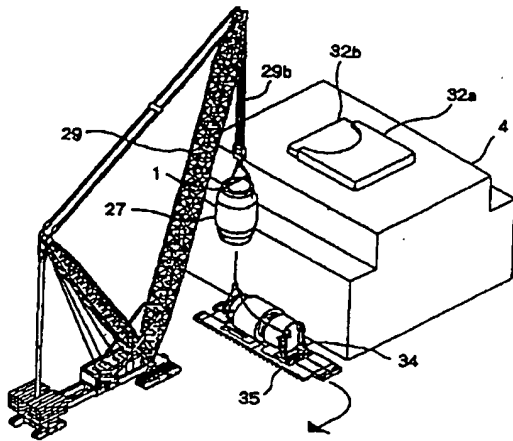
【図15】

図 15



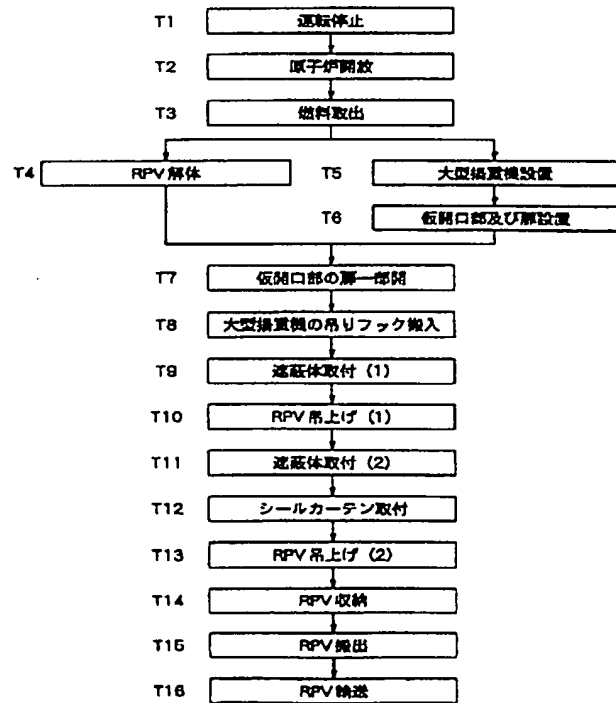
【図16】

図 16

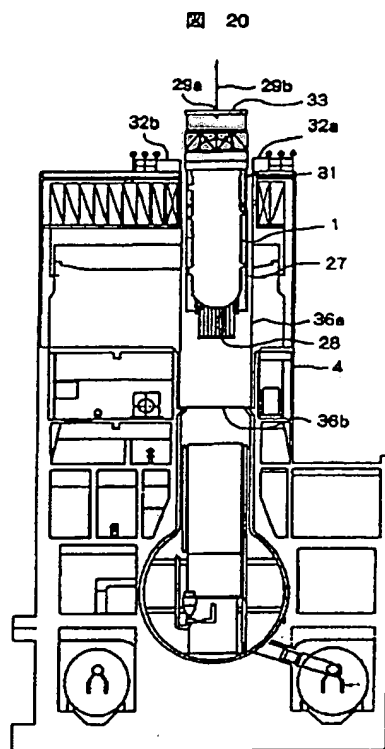


【図17】

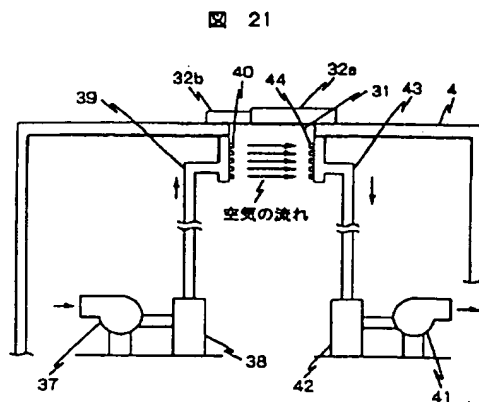
図 17



【図 20】



【図 21】



【図 22】

